

**PERBAIKAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG  
MENGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET*  
DENGAN VARIASI TINGKAT KERUSAKAN**

Laporan Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:  
RANDI ANGRIAWAN TARIGAN  
NPM. : 10 02 13648



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
OKTOBER 2014**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**PERBAIKAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG  
MENGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET*  
DENGAN VARIASI TINGKAT KERUSAKAN**

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 20 Oktober 2014

Yang membuat pernyataan.

  
  
(Randi Angriawan Tarigan)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### PERBAIKAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG MENGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT KERUSAKAN

Oleh :  
RANDI ANGRIAWAN TARIGAN  
NPM. : 10 02 13648

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 20-10-2019

Pembimbing



(J. Januar Sudjati, S.T, M.T.)

Disahkan oleh:  
Program Studi Teknik Sipil  
Ketua



FAKULTAS

(J. Januar Sudjati, S.T, M.T.)

## PENGESAHAN




Laporan Tugas Akhir

### PERBAIKAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG MENGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT KERUSAKAN



Oleh:  
RANDI ANGRIAWAN TARIGAN  
NPM. : 10 02 13648

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		20/10/14
Sekretaris : Siswadi, S.T., M.T.		20/10/2014
Anggota : Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng.		20/10/2014

## KATA HANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat tuntunan Roh-Nya yang Kudus sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“PERBAIKAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT KERUSAKAN”** dengan baik. Laporan tugas akhir ini yang nantinya sebagai syarat dalam menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulisan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik, karena penulis mendapat bantuan berupa bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya sekaligus dosen pembimbing, yang telah meluangkan waktu dan sabar dalam mengarahkan ataupun membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak V. Sukaryantara selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah ikut membantu selama proses penelitian di laboratorium.
4. Kedua orang tua penulis, Antoni Tarigan dan Elviana Purba serta abang dan adik penulis, Iwan dan Yuni yang selalu memberikan dukungan melalui doa dan semangat dalam proses penyusunan laporan tugas akhir.

5. Florensia Samodra yang memberikan dukungan dan semangat di saat penulis dalam menyusun laporan tugas akhir.
6. Seluruh asisten praktikum Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan.
7. Teman-teman penulis yang membantu selama proses penelitian, I.B. Made Tresna, Fransiskus Xaverius Aan, Hanavi, Bobby, Nataniel Lodar, Rainhart Sibarani, Panca, Mario Sagala.
8. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta terutama kelas D angkatan 2010.
9. Teman-teman kos Jalan Babarasar 1 No 2, Yosua, Daniel, Batis, Johan, Hary, Brando, Am Astrophel yang membantu dalam memberikan semangat dalam bentuk canda dan tawa.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, Oktober 2014

Randi Angriawan Tarigan

NPM : 10 02 13648

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA HANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
<b>BAB 1</b> PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II</b> TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kolom.....	5
2.2. Perbaikan Kolom Beton Bertulang Menggunakan <i>Concrete Jacketing Dengan Prosentase Beban Runtuh</i> <i>Yang Bervariasi</i> .....	6
2.3. Sistem Perkuatan <i>Fiber Glass Jacketing</i> .....	7
2.3.1 Perkuatan Kolom Dengan <i>Fiberglass Jacket</i> <i>Yang Dibebani Eksentrik</i> .....	7
2.3.2 Perkuatan Kolom Dengan <i>Fiber Glass Jacket</i> <i>Yang Dibebani Konsentrik</i> .....	7
2.3.3 Perkuatan Kolom Pendek Beton Bertulang Dengan <i>Fiber Glass Jacket</i> Pada Kondisi <i>Keruntuhan Tarik</i> .....	7
2.3.4 Perkuatan Kolom Langsing Beton Bertulang Dengan <i>Fiber Glass Jacket</i> Pada Kondisi <i>Keruntuhan Tarik</i> .....	7
<b>BAB III</b> LANDASAN TEORI.....	9
3.1. Kuat Tekan Beton.....	9
3.2. Kolom Pendek.....	10
3.3. Ragam Keruntuhan pada Kolom.....	11
3.3.1 Keruntuhan <i>Balanced</i> .....	11
3.3.2 Keruntuhan Tarik.....	12
<b>BAB IV</b> METODOLOGI PENELITIAN.....	13
4.1. Tahap Persiapan.....	13
4.1.1 Bahan Penelitian.....	15
4.1.2 Peralatan Penelitian.....	16

4.2.	Tahap Pemeriksaan Bahan.....	25
4.2.1	Pemeriksaan Agregat Halus.....	26
4.2.2	Pemeriksaan Agregat Kasar.....	30
4.2.3	Pengujian Baja Tulangan.....	35
4.3.	Tahap Pembuatan Benda Uji.....	35
4.3.1	Perencanaan <i>Mix Design</i> .....	36
4.3.2	Pembuatan Bekesting.....	37
4.3.3	Perakitan Baja Tulangan.....	38
4.3.4	Pembuatan dan Pemasangan Tahu Beton.....	39
4.3.5	Pengecoran Benda Uji.....	40
4.3.6	Perawatan Benda Uji.....	43
4.4.	Tahap Pengujian Benda Uji.....	45
4.4.1	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	45
4.4.2	Pengujian Beban Aksial Kolom.....	46
4.4.3	Perbaikan Kolom dengan <i>Fiber Glass</i> .....	49
4.5.	Tahap Analisis Data.....	53
4.6.	Hambatan Pelaksanaan.....	54
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	55
5.1.	Pemeriksaan Bahan.....	55
5.1.1	Pemeriksaan Agregat Halus.....	55
5.1.2	Pemeriksaan Agregat Kasar.....	56
5.1.3	Pengujian Kuat Tarik Baja.....	57
5.2.	Nilai <i>Slump</i> .....	57
5.3.	Hasil Pengujian Benda Uji.....	58
5.3.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	58
5.3.2	Perbandingan Hasil Pengujian Kolom Variasi Tingkat Kerusakan dengan Kolom Diperbaiki dan Kolom Pembanding P Maksimum.....	59
5.3.3	Hubungan Antara Beban dan Defleksi Kolom Variasi Tingkat Kerusakan dengan Kolom Diperbaiki.....	61
5.3.4	Perbandingan Beban dan Defleksi Kolom Perbaikan dengan Kolom Pembanding.....	64
5.3.5	Pola Retakan dan Kerusakan Kolom.....	65
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
6.1.	Kesimpulan.....	70
6.2.	Saran.....	70
	DAFTAR PUSTAKA.....	72
	LAMPIRAN.....	74



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Sketsa Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	9
Gambar 4.1	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	14
Gambar 4.2	<i>Fiber glass</i> .....	15
Gambar 4.3	Lem <i>Epoxy</i> Merk “ALF”.....	16
Gambar 4.4	Oven Listrik.....	16
Gambar 4.5	Bak Adukan.....	17
Gambar 4.6	Keranjang Kawat.....	18
Gambar 4.7	Labu Erlemeyer 500 ml.....	19
Gambar 4.8	Mesin <i>LAA</i> ( <i>Los Angeles Abration Test</i> ).....	19
Gambar 4.9	Pan.....	20
Gambar 4.10	Saringan dan Mesin Saringan.....	21
Gambar 4.11	Cetakan Silinder Beton.....	22
Gambar 4.12	Kerucut <i>Abrams</i> .....	22
Gambar 4.13	<i>Universal Testing Machine (UTM)</i> .....	23
Gambar 4.14	<i>Compression Testing Machine</i> .....	24
Gambar 4.15	Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam Pasir.....	29
Gambar 4.16	Pemeriksaan Kandungan Zat Organik dalam Pasir.....	30
Gambar 4.17	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan <i>Split</i> .....	32
Gambar 4.18	Tampak Depan Bekesting.....	37
Gambar 4.19	Tampak Atas Bekesting.....	38
Gambar 4.20	Dimensi Benda Uji Kolom.....	38
Gambar 4.21	Tampak Depan Rangkaian Baja Tulangan.....	39
Gambar 4.22	Tampak Atas Rangkaian Baja Tulangan.....	39
Gambar 4.23	Tahu Beton Dibuat pada Cetakan.....	40
Gambar 4.24	Pemasangan Tahu Beton pada Tulangan.....	40
Gambar 4.25	Proses Mencampur Adukan Beton.....	41
Gambar 4.26	Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	42
Gambar 4.27	Penuangan Adukan Beton dalam Bekesting.....	43
Gambar 4.28	Perawatan Benda Uji Silinder Beton.....	44
Gambar 4.29	Perawatan Benda Uji Kolom.....	44
Gambar 4.30	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	46
Gambar 4.31	Benda Uji Kolom setelah Dicat dan Dibuat <i>Grid</i> .....	47
Gambar 4.32	<i>Setting</i> Alat Pengujian Benda Uji Kolom.....	49
Gambar 4.33	Pemotongan <i>Fiber Glass</i> .....	50
Gambar 4.34	Penempelan <i>Fiber Glass</i> .....	51
Gambar 4.35	Benda Uji Kolom yang Diperbaiki dengan <i>Fiber Glass</i> .....	51
Gambar 4.36	Pengujian Benda Uji Kolom setelah Diperbaiki <i>Fiber Glass</i> .....	52
Gambar 5.1	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	57
Gambar 5.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	59
Gambar 5.3	Grafik Perbandingan Beban Kolom Variasi Tingkat Kerusakan dengan Beban Kolom Setelah Perbaikan .....	61
Gambar 5.4	Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi Kolom Variasi 40% .....	62

Gambar 5.5	Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi Kolom Variasi 70% (A).....	62
Gambar 5.6	Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi Kolom Variasi 70% (B).....	63
Gambar 5.7	Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi Kolom Variasi 70% (C).....	63
Gambar 5.8	Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi Kolom Variasi 80% .....	64
Gambar 5.9	Grafik Perbandingan Beban dan Defleksi Kolom dengan Kolom Pembanding .....	65
Gambar 5.10	Pola Retakan yang Terjadi Pada Pembebanan 40% .....	66
Gambar 5.11	Pola Retakan yang Terjadi Pada Pembebanan 70% (A) .....	66
Gambar 5.12	Pola Retakan yang Terjadi Pada Pembebanan 70% (B).....	66
Gambar 5.13	Pola Retakan yang Terjadi Pada Pembebanan 70% (C).....	66
Gambar 5.14	Pola Retakan yang Terjadi Pada Pembebanan 80% .....	67
Gambar 5.15	Pola Retakan yang Terjadi Pada Kolom Pembanding.....	67
Gambar 5.16	Kerusakan Pada Kolom Perbaikan 40% .....	67
Gambar 5.17	Kerusakan Pada Kolom Perbaikan 70% (A) .....	68
Gambar 5.18	Kerusakan Pada Kolom Perbaikan 70% (B) .....	68
Gambar 5.19	Kerusakan Pada Kolom Perbaikan 70% (C) .....	68
Gambar 5.20	Kerusakan Pada Kolom Perbaikan 80% .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perlakuan Benda Uji. ....	36
Tabel 4.2 Tahapan Pengujian Benda Uji Kolom. ....	53
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja. ....	57
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	58
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Benda Uji Silinder Beton. ....	59
Tabel 5.4 Perbandingan Hasil Beban Kolom Variasi Tingkat Kerusakan dengan Beban Kolom Setelah Perbaikan dan Kolom Pembanding $P_{Maks}$ . ....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam Pasir.....	74
Lampiran 2	Pemeriksaan Kandungan Zat Organik dalam Pasir .....	75
Lampiran 3	Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran <i>Split</i> .....	76
Lampiran 4	Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam <i>Split</i> .....	77
Lampiran 5	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.....	78
Lampiran 6	Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir .....	79
Lampiran 7	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir.....	80
Lampiran 8	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan <i>Split</i> .....	81
Lampiran 9	Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal .....	82
Lampiran 10	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	89
Lampiran 11	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	90
Lampiran 12	Perhitungan Kelangsingan Kolom.....	91
Lampiran 13	Perhitungan Teoritis Kolom .....	92
Lampiran 14	Hasil Pengujian Benda Uji Kolom .....	95

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

$f'_c$	= kuat tekan beton benda uji silinder beton (MPa)
$f_y$	= tegangan luluh (MPa)
$f_u$	= tegangan ultimate (MPa)
$P$	= beban tekan maksimum pada silinder beton (N)
$K$	= faktor panjang efektif kolom
$L_u$	= panjang bersih kolom
$r$	= radius girasi atau jari-jari inersia penampang kolom
$M_1; M_2$	= momen yang kecil dan yang besar pada ujung kolom
$I$	= momen inersia penampang kolom
$A$	= luas penampang kolom
$c_b$	= garis netral pada kondisi seimbang
$e$	= besarnya eksentrisitas penelitian
$e_b$	= besarnya eksentrisitas pada kondisi seimbang
$C_c$	= gaya tekan pada beton
$C_s$	= gaya tekan pada baja tulangan
$T_s$	= gaya tarik pada baja tulangan
$Pn_b$	= beban kolom pada kondisi seimbang
$Mn_b$	= momen nominal pada kondisi seimbang
$d'$	= selimut efektif tulangan tekan
$d$	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
$E_s$	= modulus elastisitas baja
$\beta_1$	= faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekuivalen beton
$b$	= lebar daerah tekan komponen struktur
$a_b$	= tinggi blok tegangan ekuivalen
$A'_s$	= luas tulangan tekan
$A_s$	= luas tulangan tarik
$f'_s$	= tegangan pada baja yang tertekan
$f_s$	= tegangan pada tulangan tarik
$y'$	= jarak dari titik berat penampang ke tepi

## INTISARI

**PERBAIKAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN *FIBER GLASS JACKET* DENGAN VARIASI TINGKAT KERUSAKAN**, Randi Angriawan Tarigan, NPM. 10 02 13648, Tahun 2014, Bidang Keahlian Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Negara Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang seringkali mengalami bencana alam gempa bumi. Akibat dari gempa bumi tersebut banyak struktur bangunan yang mengalami kerusakan. Kerusakan tersebut bervariasi mulai dari kerusakan ringan, sedang, maupun berat. Bila kerusakan tersebut terjadi pada kolom dan tidak cepat diperbaiki maka tidak menutup kemungkinan akan terjadi keruntuhan total pada saat terjadi gempa lagi. Kolom merupakan salah satu komponen penting dalam suatu struktur bangunan. Perkembangan teknologi *retrofit* dalam bidang konstruksi khususnya pada kolom beton bertulang telah mengalami kemajuan. Salah satu contohnya adalah metode perbaikan *concrete jacketing*, hanya saja masih memiliki kekurangan yaitu menambah dimensi komponen struktur bangunan tersebut. Oleh karena itu pada penelitian ini, penulis menggunakan metode perbaikan dengan menggunakan *fiber glass jacket*. Bahan *fiber* yang digunakan adalah bahan *fiber* lokal tipe *woven roving* yang biasa digunakan untuk membuat tandon air.

Pada penelitian ini, benda uji yang digunakan berupa kolom dengan 7 buah benda uji yang berukuran 120 mm x 120 mm dan bentang 750 mm. Jarak antar sengkang 50 mm pada badan kolom dan 25 mm pada kaki kolom. Variasi persentase pembebanan yang akan digunakan adalah 40%, 70%, dan 80% dari  $P$  maksimum hitungan teoritis. Benda uji kolom tersebut akan dibebani terlebih dahulu dengan berdasarkan variasi persentase yang telah ditentukan dan hingga akhirnya akan diperbaiki dengan menggunakan *fiber glass jacket* sebanyak 3 lapis.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium, kolom dengan variasi 40% sebelumnya menerima beban sebesar 56,4953 kN, setelah diperbaiki beban maksimum mencapai 110,287 kN. Kolom dengan variasi 70% (A) sebelumnya menerima beban sebesar 95,9865 kN, setelah diperbaiki beban maksimum mencapai 135,11 kN. Kolom dengan variasi 70% (B) sebelumnya menerima beban sebesar 97,0252 kN, setelah diperbaiki beban maksimum mencapai 136,1549 kN. Kolom dengan variasi 70% (C) sebelumnya menerima beban sebesar 99,4116 kN, setelah diperbaiki beban maksimum mencapai 121,8767 kN. Kolom dengan variasi 80% sebelumnya menerima beban sebesar 112,2085 kN, setelah diperbaiki beban maksimum mencapai 119,4164 kN. Beban maksimum pada kolom pembanding sebesar 94,3219 kN. Beban maksimum pada kolom pembanding lebih kecil dikarenakan kuat tekan beton yang tidak seragam.

**Kata kunci:**kolom pendek, variasi tingkat kerusakan, *fiber glass*, beban maksimum.